

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/084925 A1**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B29C 70/02,  
70/04, 70/68, 37/00, 44/32, 67/24 // B29K 67:00

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HENNE, Markus  
[CH/CH]; Friedbergstrasse 58, CH-8200 Schaffhausen  
(CH). BEHRE, Kurt [DE/DE]; Im Grünen Tal 24, 49078  
Osnabrück (DE). RAKUTT, Dietmar [DE/CH]; Son-  
neggstrasse 43, CH-6330 Cham (CH). HINTERMANN,  
Martin [CH/CH]; Schwendiweg 5, CH-9410 Heiden  
(CH).

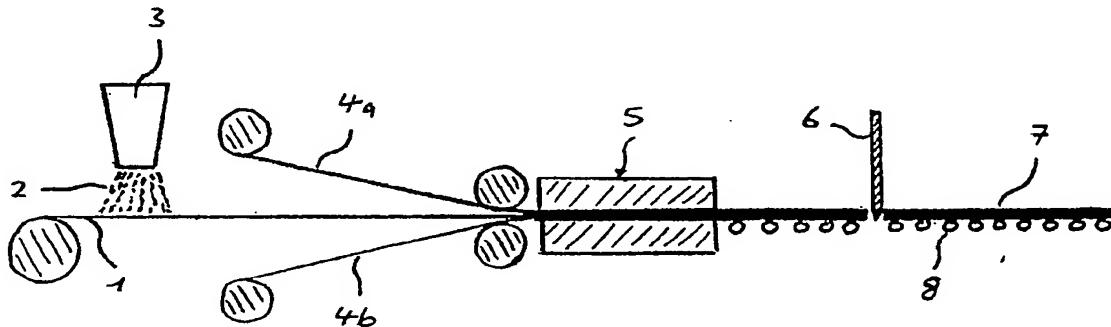
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001743

(74) Gemeinsamer Vertreter: ALCAN TECHNOLOGY  
& MANAGEMENT LTD.; Badische Bahnhofstr. 16,  
CH-8212 Neuhausen am Rheinfall (CH).

(22) Internationales Anmeldeatum: 19. Februar 2005 (19.02.2005)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: METHOD FOR PROCESSING CYCLIC OLIGOMERS TO THERMOPLASTIC PBT PLASTICS

(54) Bezeichnung: VERARBEITUNG VON ZYKLISCHEN OLIGOMEREN ZU THERMOPLASTISCHEN PBT-KUNSTSTOF-  
FEN

**WO 2005/084925 A1**

(57) Abstract: The invention relates to method for producing fiber-reinforced plate material on the basis of a fiber web that contains at least one planar fiber structure and is impregnated with a thermoplastic plastic matrix,. The invention is characterized in that the one or more fiber structures are impregnated or coated with a reactive starting material, containing cyclic or macrocyclic oligomers of the polyester, and in that the fiber web which contains one or more combined, impregnated or coated fiber structures is coated on one or both sides with a surface layer that contains a polymerized polyester. The fiber web that is coated with said surface layer is pressed in a pressing device to give a plate material, thereby polymerizing the reactive starting material into a plastic matrix that surrounds the fiber structure and that is permanently joined to the surface layer.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Plattenmaterials aus einer mit einer thermoplastischen Kunststoffmatrix imprägnierten Faserbahn, enthaltend wenigstens ein flächiges Fasergebilde. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das oder die Fasergebilde mit einem reaktiven Ausgangsmaterial, enthaltend zyklische oder makrozyklische Oligomere des Polyesters, imprägniert oder beschichtet werden und die Faserbahn enthaltend ein oder mehrere zusammengeführte, imprägnierte oder beschichtete Fasergebilde, ein- oder beidseitig mit einer Deckschicht, enthaltend ein polymerisiertes Polyester, beschichtet wird und die mit der Deckschicht beschichtete Faserbahn in einer Presseinrichtung zu einem Plattenmaterial verpresst wird, wobei das reaktive Ausgangsmaterial in eine die Fasergebilde umgebende und sich mit der Deckschicht dauerhaft verbindende Kunststoffmatrix polymerisiert wird.

# Best Available Copy

WO 2005/084925 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

## Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Verarbeitung von zyklischen Oligomeren zu thermoplastischen PBT-Kunststoffen

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffartikeln, enthaltend PBT oder ein PBT-Blend, nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche. Die Erfindung betrifft ferner faserverstärkte Kunststoffartikel, enthaltend PBT oder eine PBT-Legierung, nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

Bis anhin gestaltete es sich schwierig thermoplastische Kunststoffsysteme zwecks Herstellung von faserverstärkten Kunststoffartikeln in den für die Verarbeitung von Duroplastsystemen, wie RTM-Verfahren oder Prepreg-Verarbeitung, ausgelegten Herstellungsprozessen zu verarbeiten. Die Schwierigkeit der Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffsystemen liegt unter anderem in der Bereitstellung eines geeigneten reaktiven Ausgangsmaterials, welches nicht nur chemisch stabil ist, sondern sich auch zur weiteren Verarbeitung in einen niedrig-viskosen Zustand überführen lässt.

So werden seit einiger Zeit Anstrengungen unternommen, thermoplastische Kunststoffsysteme zu entwickeln, welche sich ähnlich wie duroplastische Kunststoffsysteme verarbeiten lassen. Ein bekanntes derartiges System basiert bsp. auf einem Polyamid (PA), wie PA-12 mit Laktam als Ausgangsmaterial. Ein weiteres vielversprechendes System basiert auf einem Polyester, wie Polybutylenterephthalat (PBT). Das reaktive Ausgangsmaterial zur Herstellung des Polyesters bzw. PBT liegt in Form sogenannter zyklischer bzw. makrozyklischer Oligomere vor, welche mit einem entsprechenden Polymerisations-Katalysator vermischt sind. Das besondere an diesem System liegt darin, dass sich das reaktive Ausgangsmaterial in eine niedrig-viskose Schmelze überführen lässt, was dieses für die Verarbeitung mittels eines Injektionsverfahrens, wie z.B. eines LCM-Verfahrens, geeignet macht.

LCM heisst "Liquid Composite Moulding". Unter LCM-Verfahren oder LCM-Technologie wird in diesem Text ein Verfahren verstanden, in welchem der Hohlraum eines mehrteiligen Formwerkzeuges, insbesondere eines zweiteiligen Formwerkzeuges, mit einem ein- oder mehrteiligen Faserrohling oder Fasergebilde beschickt wird und in den Hohlraum des geschlossenen Formwerkzeuges eine duro- oder thermoplastische Kunststoffmatrix eingespeist bzw. injiziert wird, welche den Faserrohling unter Ausbildung eines Faserverbundbauteils durchfliest und imprägniert und den Hohlraum des Formwerkzeugs füllt, und nach Abschluss der Formfüllung das Faserverbundbauteil zur Aushärtung bzw. Polymerisation gebracht und anschliessend entformt wird. Das besagte

LCM-Verfahren umfasst selbstverständlich auch Varianten mit Schmelzkernen oder permanenten Kernen, wie z.B. Schaumstoffkernen, welche zusammen mit den Fasergebilden in das geöffnete Formwerkzeug eingelegt werden.

Wird in einem LCM-Verfahren ein duroplastisches Kunststoffmatrixsystem verarbeitet, so handelt es sich um ein Resin-Transfer-Molding-(RTM)-Verfahren. Das LCM-Verfahren versteht sich somit als eine dem RTM-Verfahren übergeordnete Bezeichnung für das voran beschriebene Injektions-Verfahren, welches neben duroplastischen Kunststoffmatrixsystemen auch thermoplastische Kunststoffmatrixsysteme umfasst. Das RTM-Verfahren ist beispielsweise in Kötte, "Der Resin-Transfer-Molding-Prozess - Analyse eines Harzinjektionsverfahrens", Verlag TÜV Rheinland, 1991 ausführlich beschrieben.

Häufig wird jedoch auch bei der Verarbeitung von thermoplastischen Matrixsystemen mittels LCM-Technologie von einem RTM-Verfahren gesprochen.

Die niedrig-viskosen Eigenschaften der genannten zyklischen Oligomere sind jedoch auch für die Verarbeitung in anderen Verfahren vorteilhaft, da das niedrig-viskose, reaktive Ausgangsmaterial eine optimale Durchtränkung bzw. Imprägnierung der Fasern bewirkt, was insbesondere bei Kunststoffartikeln mit einem hohen Fasergehalt in Form von dichten Fasergebilden von grosser Bedeutung ist.

Die US 6,369,157 beschreibt beispielsweise ein geeignetes reaktives Ausgangsmaterial, welches sich zu einem PBT-Kunststoff oder einer PBT-Kunststofflegierung verarbeiten lassen. Als Verarbeitungsverfahren werden z.B. Prepreg-Prozesse, RTM-Verfahren, Pultrusions-Verfahren, Extrusionsverfahren sowie Formpress-Verfahren genannt.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, konkrete Verfahren zur Verarbeitung von PBT-Kunststoffsystemen bzw. des dazugehörigen reaktiven PBT-Ausgangsmaterials auf Basis von zyklischen Oligomeren vorzuschlagen. Ein weiterer Gegenstand vorliegender Erfindung sind auch die daraus resultierenden, PBT-Kunststoffe enthaltenden Produkte.

Erfindungsgemäss wird die Aufgabe durch den kennzeichnenden Teil der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildende Ausführungen werden durch die abhängigen Ansprüche beschrieben, welche hiermit Teil der Beschreibung sind.

## Definitionen

*Reaktives Ausgangsmaterial:*

Ein reaktives Ausgangsmaterial gemäss nachfolgender Definition umfasst unter anderem zyklische bzw. makrozyklische Oligomere des Polyesters, insbesondere des PBT (CPBT genannt), welche mit einem Polymerisations-Katalysator vermischt sind. Ferner umfasst ein reaktives Ausgangsmaterial auch Blends (Legierungen), enthaltend die vorgenannten Stoffe, welche bsp. nach Abschluss der Polymerisation ein PBT-Blend (PBT-Kunststofflegierung) ergeben. Die genannten reaktiven Ausgangsmaterialien zur Herstellung von Polyestern bzw. PBT-Kunststoffen sind in der US 6,369,157 näher beschrieben, deren Inhalt hiermit Teil der Offenbarung ist. Besonders geeignete reaktive PBT-Ausgangsmaterialien in Form zyklischer Oligomere werden unter dem Namen CBT™ (Cyclic Butylene Terephthalate) von der Firma Cyclicks hergestellt. Der Polymerisations-Katalysator kann bsp. ein Zink-Katalysator oder ein anderer geeigneter Katalysator sein.

*Polyester:*

Polyester gemäss nachfolgender Definition beinhalten unter anderem Kunststoffe wie PET (Polyethylenterephthalat) sowie dazugehörige Blends und insbesondere PBT (Polybutylenterephthalat) oder PBT-Blends (PBT-Kunststofflegierungen).

*Fasergebilde:*

Fasergebilde gemäss nachfolgender Definition sind flächenförmige Gebilde und umfassen unter anderem textile Flächengebilde, z.B. Vliese, "Non-wovens", nicht-maschenbildende Systeme, wie Gewebe, uni- oder bidirektionale Gelege, Geflechte oder Matten usw. oder z.B. maschenbildende Systeme, wie Gestricke oder Gewirke sowie gestickte Strukturen.

*Fasern:*

Die Fasern der Fasergebilde sind gemäss nachfolgender Definition bsp. Langfasern mit Faserlängen von z.B. 3-150 mm oder Endlosfasern und sind bsp. in Form von Rovings zu Fasergebilden verarbeitet.

Die Fasern können Glasfasern, Aramidfasern, Kohlenstofffasern, Kunststofffasern, Naturfasern oder Gemische davon sein. Kunststofffasern können insbesondere Polyesterfasern, wie z.B. PET, PBT oder PBT-Blend, sein. Hinsichtlich anorganischer Fasern werden bevorzugt Glasfasern verwendet, da sich diese im Gegensatz zu Aramid- oder Kohlenstofffasern beim Wiederverarbeiten der faserverstärkten Kunststoffartikel mit relativ

wenig Aufwand von der Kunststoffmatrix trennen lassen und Glasfasern ferner verhältnismässig kostengünstig sind.

PBT-Fasern zeichnen sich dadurch aus, dass diese bedingt durch den Herstellungsprozess eine kristalline Ausrichtung in Faserrichtung aufweisen, während die Matrix zwischen den Fasern weitgehend keine kristalline Ausrichtung aufweist, d.h. amorph ist.

*Platte:*

Platte gemäss nachfolgender Definition bedeutet einen flächigen Körper mit einer gewissen Biegesteifigkeit und einer Dicke, welche im Vergleich zur Längen- und Breitenausdehnung klein ist. Die genannten Platten weisen bsp. eine Dicke von 0.5 mm oder grösser, vorzugsweise von 1 mm oder grösser, und insbesondere von 2 mm oder grösser und von 10 mm oder kleiner, vorzugsweise 6 mm oder kleiner, und insbesondere von 4 mm oder kleiner, auf.

**Deckschicht-Verfahren**

Zur Herstellung preimprägnierter Fasergebilde (Prepreg), in der Regel Fasermatten, wurden bis anhin die Fasergebilde mit einer reaktiven Kunststoffmatrix durchtränkt (imprägniert) oder mit reaktivem Pulver beschichtet, wobei das Pulver, insbesondere das erwärme Pulver, selbst klebrige Eigenschaften hat und dadurch auf dem Fasergebilde haften bleibt.

Es ist auch bekannt, das reaktive Ausgangsmaterial, d.h. die zyklischen Oligomere, in Filmform auf die Fasergebilde aufzubringen, wobei durch Aufschmelzen dieser Filme eine Imprägnierung des Fasergebildes dank der niedrig-viskosen Eigenschaften des reaktiven Ausgangsmaterials im schmelzflüssigen Zustand stattfindet.

Da Prepregs in der Regel klebrig sind werden diese nach bekannter Technik ein- oder beidseitig mit einer Release-Layer, also einem Trennfilm, versehen. Eine solche Release-Layer erlaubt das Aufwickeln kontinuierlich produzierter Prepregs zu Rollenware auf sogenannte Coils zur Zwischenlagerung vor der weiteren Verarbeitung zu faserverstärkten Plattenmaterialien, ohne dass diese dabei miteinander verkleben. Andererseits sind die Release-Layer auch im weiteren Verarbeitungsprozess von Bedeutung, da diese bei der Herstellung von gehärtetem, bzw. polymerisiertem Plattenmaterial die Anlagen, d.h. die Pressen oder Walzen vor dem Verkleben mit den Prepregs schützen. Nach Aushärtung bzw. Polymerisation der Prepregs zu einem Plattenmaterial, auch Organic

Sheet genannt, wird die Release-Layer entfernt. Die Release-Layer ist hier also nicht Teil des Endproduktes sondern lediglich ein Produktionshilfsmittel.

Die Idee vorliegender Erfindung liegt in der Verbesserung des Verfahrens zur Herstellung und weiteren Verarbeitung von sogenannten Prepreg-Halbfabrikaten und im weiteren Sinn zur Herstellung von Plattenmaterial aus Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend unter Verwendung eines reaktiven Ausgangsmaterials.

Dazu werden in einem ersten Schritt Fasergebilde mit dem reaktiven Ausgangsmaterial imprägniert oder beschichtet. Die Fasergebilde können dazu mit einem flüssigen, reaktiven Ausgangsmaterial getränkt werden, bsp. mittels Eintauchen der Fasergebilde in ein Lösungsbad, wobei das Lösungsmittel nach der Imprägnierung wieder entzogen wird. Ferner kann das flüssige Ausgangsmaterial auch mittels Sprühen, Streichen, Giessen, Walzen oder Rakeln auf die Fasergebilde aufgebracht werden.

Die Fasergebilde können in einer alternativen Variante mit dem reaktiven Ausgangsmaterial in Pulverform oder in Form von Folien beschichtet werden, wobei in beiden Fällen das reaktive Ausgangsmaterial im Laufe des Herstellungsverfahrens unter Imprägnierung der Fasergebilde aufgeschmolzen wird. Wird das reaktive Ausgangsmaterial in Pulverform auf das Fasergebilde aufgebracht, so kann dieses zwecks Verbesserung der Hafteigenschaften erwärmt werden, wobei das Pulver sogar erweichen oder anschmelzen kann. Alternativ oder in Kombination dazu kann das Fasergebilde vorgewärmt und mit dem Pulver beschichtet werden. Die Pulverbeschichtung kann auf ein horizontal oder vertikal durchlaufende Faserbahn erfolgen, wobei das Pulver entsprechend vertikal oder horizontal der Faserbahn zugeführt wird. Das Pulver kann hierbei mittels Schwerkraft und/oder mittels Gas- bzw. Luftstrom zugeführt werden. Der Gas- bzw. Luftstrom ist bevorzugt erwärmt, so dass das Pulver beim Auftreffen auf die Faserbahn adhäsive Eigenschaften entfaltet. Ferner kann das Pulver auch mittels eines elektrostatischen Verfahrens zugeführt werden.

Im besagten Verfahren können auch zwei oder mehrere Lagen von Fasergebildern wie oben beschrieben imprägniert bzw. beschichtet und zu einer mehrlagigen bzw. mehrschichtigen Faserbahn zusammengeführt werden.

In einem nachfolgenden Schritt wird die mit dem reaktiven Ausgangsmaterial imprägnierte bzw. beschichtete ein- oder mehrlagige Faserbahn ein- oder beidseitig mit einer Deckschicht in Form eines Kunststoff-Films bzw. -Folie beschichtet. Der Kunststoff-Film

bzw. -Folie wird hierbei integraler Bestandteil des herzustellenden, faserverstärkten Plattenmaterials.

Der Kunststoff-Film bzw. -Folie kann aus einem thermoplastischen oder duroplastischen Kunststoff sein. Vorzugsweise ist die Deckschicht ein polymerisierter thermoplastischer Film aus einem Polyester, wie PET und insbesondere aus einem PBT oder PBT-Blend.

Der Kunststofffilm weist bsp. eine Dicke von grösser Dicke 50 µm, insbesondere von grösser 100 µm und von kleiner 2000 µm, insbesondere von kleiner 1000 µm auf. Durch die klebrigen Eigenschaften des reaktiven Ausgangsmaterials bleibt der Kunststoff-Film auf dem imprägnierten bzw. beschichteten Fasergebilde haften. Der Kunststofffilm kann als feste, von einer Rolle abgewickelte Folie oder mittels Extrusions als schmelzflüssiger, teilfester oder fester Film aufgetragen werden.

Die auf die Faserbahn aufgebrachte Deckschicht kann auch ein faserverstärktes, bahnförmiges Kunststoffmaterial mit einer äusseren, faserfreien (polymerisierten) Kunststoffschicht der oben genannten Zusammensetzung sein.

Die Fasern der Faserbahn sind bevorzugt aus Glas oder Polyester, wie PET und insbesondere PBT bzw. PBT-Blend. Durch die Verwendung von Polyesterfasern, wie PBT-Fasern wird ein sortenreines Plattenmaterial erreicht.

Die Prepregs mit applizierten Deckschichten werden zur Weiterverarbeitung unter Druck und Wärmeeinwirkung zu einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder einem PBT-Blend polymerisiert, wobei die Deckschichten mit der polymerisierenden Kunststoffmatrix des Fasergebildes einen innigen Verbund eingehen und die Deckschichten integraler Bestandteil des plattenförmigen Faserverbundes werden.

Der Schmelz- oder Zersetzungspunkt der Deckschichten liegt hierbei höher als die Polymerisationstemperatur des reaktiven Ausgangsmaterials. Somit wird die Deckschicht während des Polymerisationsvorgangs der Kunststoffmatrix nicht beeinträchtigt.

Da der Schmelzpunkt von PBT (ca. 220°C) höher ist als die Polymerisationstemperatur der eingesetzten reaktiven Ausgangsmaterialien (ca. 180-190°C) werden die Deckschichten aus PBT-Filmen durch die Wärmeeinwirkung beim Polymerisieren der Kunststoffmatrix nicht nachteilig beeinträchtigt. Deckschichten aus einem Polyester, insbesondere aus PBT, ergeben überdies einen nach Recycling-Kriterien sortenreinen Kunststoff im Verbundmaterial.

Die integrale Applikation von Deckschichten hat den zusätzlichen Vorteil, dass eine hohe Oberflächengüte des Plattenmaterials erreicht wird, da die Deckschichten keine Fasern enthalten.

Die Deckschichten und die Kunststoffmatrix der Faserbahn bestehen in polymerisiertem Zustand bevorzugt aus demselben Kunststoff bzw. aus einander nahestehenden Kunststoffen oder Kunststofflegierungen.

In Weiterbildung der Erfindung können die Deckschichten eingefärbt sein und so dem Plattenmaterial bereits das äussere, farbliche Erscheinungsbild geben. Die Einfärbung kann derart sein, dass die unter den Deckschichten angeordnete faserverstärkte Schicht nicht mehr sichtbar ist. Dadurch kann gegebenenfalls ein nachfolgender Farblackierungsschritt eingespart werden.

Die Produktion des erfindungsgemässen Plattenmaterials erfolgt von der Zufuhr der Fasergebilde und des Ausgangsmaterials bis zum Austritt des fertigen Plattenmaterials aus der Presse bevorzugt kontinuierlich und inline, d.h. in einer Fertigungslinie.

Hierzu werden ein oder mehrere Fasergebilde der Verarbeitungseinrichtung kontinuierlich zu- und gegebenenfalls zusammengeführt, wobei diese bsp. bahnförmig von einer Rolle abgewickelt und inline mit dem reaktiven Ausgangsmaterial imprägniert bzw. beschichtet werden. Die Imprägnierung bzw. Beschichtung kann kontinuierlich bsp. mittels eines Tauchbades in einer Durchlaufanlage, einer Sprühvorrichtung, einer Pulverstreuvorrichtung, einer Vorrichtung zur elektrostatischen Übertragung des Pulvers auf die Fasergebilde oder einer Vorrichtung zur Zufuhr eines flüssigen, teilfesten oder festen Filmes aus einem reaktiven Ausgangsmaterial, z.B. mittels Extrusion oder ab Rolle, erfolgen.

Danach wird ein- oder beidseitig inline ein (polymerisierter) Kunststofffilm bzw. -Folie auf die mit dem reaktiven Ausgangsmaterial imprägnierte bzw. beschichtete Faserbahn aufgebracht, wobei der Kunststofffilm entweder von Rollen (Coils) abgehaspelt wird oder direkt inline extrudiert und in flüssigem, teilfestem oder festem Zustand auf die imprägnierte bzw. beschichtete Faserbahn aufgebracht wird.

In einer nachfolgenden Durchlaufpresse wird der Verbund unter Druck- und/oder Wärmeinwirkung zu einem faserverstärkten Plattenmaterial polymerisiert. Der Pressvorgang kann mittels nachgeordneten Presswalzen und/oder mittels Pressplatten erfolgen. Die Press-Vorrichtung kann bsp. schwimmende, hydraulisch betätigte untere Pressenplatten, welche gegen eine obere starre Pressenkonstruktion arbeiten, umfassen. Eine

solche Durchlaufpresse wird bsp. mit Bändern, wie PTFE-Bändern oder Stahlbändern betrieben und erlaubt in Abhängigkeit von der Länge der Heizstrecke mittlere bis hohe Durchsätze.

Das bahnartige, polymerisierte Plattenmaterial kann anschliessend längs und/oder quer zur Durchlaufrichtung zu einzelnen Platten oder Streifen geschnitten und batchweise gestapelt werden. Dank den Deckschichten werden die Anlagen bei der Weiterverarbeitung der Prepregs zu Plattenmaterial geschont.

In einer spezifischen Ausführung der Erfindung werden die Prepregs nach dem Beschichten mit den Deckschichten nicht durch eine Presse geführt sondern auf Rollen aufgewickelt oder zugeschnitten und batchweise gestapelt, wobei die einzelnen Platten dank der Release-Funktion der Deckschichten nicht aneinander haften. Die so der Zwischenlagerung zugeführten Prepregs können zu einem späteren Zeitpunkt wie oben beschrieben zu Plattenmaterial weiterverarbeitet werden oder andersweitig verarbeitet werden, bsp. in Formpressen.

Das erfindungsgemäße faserverstärkte Plattenmaterial findet Verwendung als flache Platten bzw. Streifenware. Ferner kann das Plattenmaterial zu thermisch umgeformten Artikeln, bsp. mittels Tiefziehen, weiterverarbeitet werden. Weiters kann das besagte Plattenmaterial in Form flacher Platten zu mehrschichtigen Verbunden, insbesondere zu Sandwichverbunden, weiterverarbeitet werden, wobei die weiteren Schichten bsp. Schaumstoffe, Metallfolien oder Metallplatten umfassen können.

Die Herstellung solcher Mehrschichtverbunde kann ebenfalls kontinuierlich und inline erfolgen, wobei die weiteren Schichten, wie Schaumstoffsichten, ebenfalls kontinuierlich zugeführt werden. In bevorzugter Ausführung findet die Herstellung der Mehrschichtverbunde inline und direkt im Anschluss an die Produktion des faserstärkten Plattenmaterials statt. Wird das besagte Plattenmaterial zu Mehrschichtverbunden weiterverarbeitet, so genügt es unter Umständen, dass das Prepreg-Material lediglich mit einer Deckschicht mit einem permanenten Kunststofffilm als Release-Layer beschichtet wird, während die zweite Oberfläche mit einer temporären Release-Layer beschichtet wird, die zur Herstellung des Mehrschichtverbundes wieder entfernt wird. Die den permanenten Kunststofffilm enthaltende Deckschicht bildet dabei eine Deckschicht des Mehrschichtverbundes während die zweite Oberfläche die Kontaktfläche zu weiteren Verbundschichten ist.

Das besagte Plattenmaterial oder die daraus hergestellten Verbundplatten oder thermogeformten Artikel finden Verwendung im Transportwesen, wie Straßenfahrzeugbau (Automobile, Busse, Lastkraftwagen, Leichtfahrzeuge etc.), Schienenfahrzeugbau (Eisenbahn, Tram, Schnellbahn, Magnetschwebebahnen), Luftfahrt (Flugzeugbau, Raumfahrt), im Marine-, Boots- und Schiffsbau sowie in Seilbahnkabinen. Ferner findet das besagte Plattenmaterial Verwendung im Hochbau und Tiefbau, Innenausbau und insbesondere in der Gebäudetechnik sowie in der Herstellung von Sportgeräten.

### **Sortenreine Kunststoffartikel**

Gegenstand vorliegender Erfindung sind auch sortenreine, faserverstärkte Kunststoffartikel, nachfolgend sortenrein-Kunststoffartikel genannt, welche Fasern aus Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder einem PBT-Blend, und eine Kunststoffmatrix ebenfalls aus Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend, enthalten. Die sortenrein-Kunststoffartikel können beispielsweise faserverstärkte Kunststoffplatten sein, welche aus mit einem reaktiven Ausgangsmaterial imprägnierten bzw. beschichteten Prepregs, welche unter Druck und/oder Wärmeeinwirkung zu faserverstärkten Kunststoffplatten polymerisiert werden, hergestellt sind. Die Fasergebilde können beispielsweise mit dem reaktiven, pulverförmigen Ausgangsmaterial beschichtet sein oder aber mit dem in Flüssigform, gegebenenfalls in Lösung vorliegenden, reaktiven Ausgangsmaterial getränkt sein. Es ist auch denkbar, dass die Fasergebilde ein- oder beidseitig mit einem Film aus einem reaktiven Ausgangsmaterial beschichtet sind, wobei der Film zwecks Imprägnierung der Fasern niedrig-viskos aufgeschmolzen wird.

Unter Druck- und Wärmeeinwirkung wird die Kunststoffmatrix in einer Presseinrichtung unter Ausbildung einer faserverstärkten Kunststoffplatte polymerisiert.

Die mit dem reaktiven Ausgangsmaterial beschickten Fasergebilde können auch in einem Formwerkzeug unter Druck- und Wärmeanwendung und Polymerisation der Kunststoffmatrix zu einem geformten sortenrein-Kunststoffartikel verarbeitet werden.

Das besagte Plattenmaterial kann gemäss dem vorgängig beschriebenen Deckfolien-Verfahren hergestellt sein und im weiteren eine ein- oder beidseitige Beschichtung mit einem Deckfilm aus Polyester, wie PET und insbesondere aus einem PBT oder PBT-Blend, enthalten.

Ferner können die besagten sortenreinen, faserverstärkten Einkomponenten-Kunststoff-Artikel auch mittels einem vorgängig beschriebenen LCM-Verfahren hergestellte Form-

körper sein. Das reaktive Ausgangsmaterial wird hierzu zweckmässig in ein mit einem Fasergebilde ausgelegten Formwerkzeug eingespeist bzw. injiziert. Die Fasern der Fasergebilde bestehen aus einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend.

### Einkomponenten-Kunststoffartikel

Eine weitere Verarbeitungsmethode zeichnet sich dadurch aus, dass der faserverstärkte Kunststoffartikel vollständig aus einem Polyester, wie PET und insbesondere aus einem PBT oder PBT-Blend besteht. Zur Herstellung genannter Kunststoffartikel wird das reaktive Ausgangsmaterial zu linearen Fasern verarbeitet, welche wiederum zu einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder einem PBT-Blend polymerisiert werden. Alternativ dazu können die Fasern auch direkt aus einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend hergestellt werden. Die Fasern zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine in Faserrichtung ausgerichtete Kristallinität aufweisen und daher gute mechanische Eigenschaften, wie Steifigkeit und Zugfestigkeit, aufweisen. Die genannten Fasern werden in einem nachfolgenden Verarbeitungsschritt zu Fasergebildeten, wie vorgängig definiert, verarbeitet.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt werden wenigstens die Oberflächen der einzelnen Fasern oder Rovings auf- bzw. angeschmolzen, wobei der schmelzflüssige Kunststoff die Fasern verbindet bzw. verklebt und unter Rekristallisation zu einer zwischen den Fasern angeordneten, vorzugsweise isotropen Kunststoffmatrix verfestigt wird. Dieser Verfahrensschritt zeichnet sich durch Anwendung von Druck und/oder Hitze aus. Ein solches Verfahren kann bsp. ein Heiss-Press- bzw. Heiss-Kompaktierungsverfahren (hot compaction) sein.

Das Ergebnis ist ein kompakter, selbstverstärkter Kunststoffartikel, welcher in eine Kunststoffmatrix eingebettete sortengleiche Kunststofffasern enthält. Der besagte Kunststoffartikel weist dabei ähnliche mechanische Eigenschaften wie mit anorganischen Fasergebildeten verstärkte Kunststoffartikel auf. Sortengleich oder sortenrein bedeutet hier, dass beide Komponenten aus einem Polyester sind.

Der beschriebene polymerisierte Kunststoffartikel zeichnet sich durch seine gute Thermoformbarkeit aus, und lässt sich in nachgeschalteten Umformverfahren unter Einsatz von Wärme und/oder Druck weiter umformen bzw. endformen.

Die besagten Kunststoffartikel, nachfolgend Einkomponenten-Kunststoffartikel genannt, können in Form von Platten oder geformten Körpern hergestellt werden, wobei die Platten vorzugsweise in einer entsprechenden Presseinrichtung oder Walzvorrichtung kontinuierlich hergestellt werden, während die geformten Körper vorzugsweise in entsprechend gestalteten Formwerkzeugen, wie Formpressen, stückweise gefertigt werden.

### **Mehrschichtverbund**

Gegenstand vorliegender Erfindung ist auch ein Mehrschichtverbund, enthaltend wenigstens eine Schicht aus einem offen- und/oder geschlossenzelligen Schaumstoff. Der Schaumstoff besteht aus einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend. In bevorzugter Ausführung enthält wenigstens eine weitere Schicht des Mehrschichtsverbundes eine Kunststoffmatrix aus einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend. Die weitere Schicht ist vorzugsweise eine faserverstärkte Kunststoffplatte.

Der genannte Mehrschichtverbund mit Schaumstoffschicht kann bsp. Schichten, insbesondere ein- oder beidseitige Deckschichten, aus einem Sortenrein-Kunststoffartikel oder einem Einkomponenten-Kunststoffartikel in Plattenform, wie oben beschrieben, enthalten. Ferner können die besagten Schichten auch aus einem gemäss oben beschriebenen Deckfolienverfahren hergestellten Plattenmaterial bestehen.

Der Mehrschichtverbund kann bsp. ein Sandwichelement mit einem Schaumstoffkern aus einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend, sowie beidseitigen Deckschichten aus faserverstärkten Kunststoffplatten mit einer Kunststoffmatrix aus Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder einem PBT-Blend sein.

Gemäss einer spezifischen Ausführungsform zur Herstellung genannter Mehrschichtverbunde wird ein mit einem reaktiven Ausgangsmaterial imprägniertes bzw. beschichtetes Fasergebilde, ein sogenanntes Prepreg, in einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Verfahren (z.B. ein Batch-Prozess) auf eine (polymerisierte) Schaumstoffschicht appliziert, wobei das Prepreg unter Anwendung von Wärme und/oder Druck zu einer Verstärkungsschicht polymerisiert wird, welche eine dauerhafte Verbindung mit der Schaumstoffschicht eingeht, wobei die Schaumstoffschicht ein Kernmaterial ist.

Durch die klebrigen Eigenschaften des reaktiven Ausgangsmaterials lässt sich die Verstärkungsschicht ausgezeichnet auf die Schaumstoffschicht applizieren. Die Polymeri-

sation des Matrixmaterials führt zu einer dauerhaften, starken Verbindung zwischen der Verstärkungsschicht und der Schaumstoffschicht.

Mehrschichtverbunde, insbesondere 3-schichtige Sandwichverbunde können bsp. Gesamtschichtdicken von grösser 3 mm, vorzugsweise grösser 5 mm, insbesondere grösser 8 mm und kleiner 30 cm, vorzugsweise kleiner 20 cm, insbesondere kleiner 10 cm, aufweisen.

### Schaumstoff-Extrusion

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die kontinuierliche Herstellung von Mehrschichtverbunden, insbesondere von Sandwichverbunden. In einem, vorzugsweise kontinuierlichen Verfahren, werden faserverstärkte Kunststoffplatten mit einer Kunststoffmatrix aus einem (polymerisierten) Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend hergestellt. Ein mit einem Treibmittel versehenes schäumbares Ausgangsmaterial aus einem (Polymerisierten) Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend, wird mittels eines Extruders durch eine oder mehrere Düsen extrudiert. Das Ausgangsmaterial expandiert bei Austritt aus der Extruderöffnung unter Druckentlastung zu einem flächigen, geschäumten Kunststoff.

In bevorzugter Ausführung des Extrusionsschrittes wird das Ausgangsmaterial in Form spaghetti-förmiger Stränge durch eine Lochscheibe extrudiert, wobei die Stränge bei Austritt aus der Extruderöffnung expandieren und gegenseitig zu einem flächigen, geschäumten Kunststoff verkleben bzw. verschmelzen. Das Ausgangsmaterial kann auch durch eine einzige Schlitzdüse extrudiert werden.

Das schäubare Ausgangsmaterial kann direkt auf das ebenfalls kontinuierlich zugeführte, faserverstärkte Plattenmaterial extrudiert werden, so dass das extrudierte Ausgangsmaterial mit dem Plattenmaterial verklebt und so mit diesem eine innige Verbindung eingeht.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird das schäubare (polymerisierte) Ausgangsmaterial auf das noch nicht oder erst teilweise polymerisierte Plattenmaterial aufextrudiert, wobei das reaktive Ausgangsmaterial durch seine Klebeigenschaften eine innige Verbindung mit dem aufextrudierten Ausgangsmaterial eingeht. In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird das Plattenmaterial unter Wärme und/oder Druckeinwirkung vollständig polymerisiert.

Das Plattenmaterial kann beispielsweise nach dem oben beschriebenen Deckfolienverfahren hergestellt werden, wobei das Plattenmaterial zweckmässig nur einseitig, d.h. auf seiner freien, nicht weiter beschichteten Oberfläche mit einer Deckschicht der oben genannten Art beschichtet ist. Die Deckschicht ist insbesondere ein Kunststofffilm bzw. -folie aus einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT, PBT-Blend.

Das Plattenmaterial kann auch in Form des oben beschriebenen Sortenrein-Kunststoffartikels oder Einkomponenten-Kunststoffartikels vorliegen. Gemäss letzterer Ausführung liegt ein sortenreiner Sandwich-Verbund vor.

#### **Hybrid-Fasergebilde**

In einer weiteren Anwendung von PBT-Kunststoffen bzw. dessen reaktivem PBT-Ausgangsmaterial wird ein Hybridfasergebilde enthaltend Verstärkungsfasern, wie anorganische Fasern, z.B. Glasfasern, Kohlenstofffasern oder Aramidfasern, sowie Matrixfasern in Form von Kunststofffasern aus entweder (a) einem Polyester, wie PET und insbesondere PBT oder PBT-Blend oder (b) aus einem reaktiven Ausgangsmaterial, wie CBT™, hergestellt. Die Verstärkungs- und Matrixfasern sind vorzugsweise in möglichst gleichmässiger Verteilung miteinander verarbeitet.

Durch Hitze und/oder Druckanwendung werden die Matrixfasern in einem nachfolgenden Arbeitsschritt aufgeschmolzen und zu einer die Verstärkungsfasern umgebenden bzw. das Fasergebilde aus Verstärkungsfasern durchdringenden Kunststoffmatrix umgebildet, während die Verstärkungsfasern unbeschadet erhalten bleiben. Matrix- und Verstärkungsfasern können z.B. miteinander zu Fasergebildern verwoben oder verflochten sein.

Die aus Hybrid-Fasergebildern hergestellten Kunststoffartikel können faserverstärkte Kunststoffplatten sein, welche in einer Presse, insbesondere Durchlaufpresse, hergestellt werden. Ferner können besagte Kunststoffartikel Formkörper sein, welche in einem Formwerkzeug, insbesondere einem Presswerkzeug, unter Wärme- und/oder Druckeinwirkung geformt werden.

Gemäss Variante (a) wird das besagte Polyester lediglich zu einer Kunststoffmatrix aufgeschmolzen und wieder verfestigt. Gemäss Variante (b) wird das reaktive Ausgangsmaterial aufgeschmolzen, polymerisiert und zu einer Kunststoffmatrix verfestigt.

Durch die niedrig-viskosen Eigenschaften des reaktiven Ausgangsmaterials in schmelzflüssigem Zustand gemäss Variante (b) wird eine gute Imprägnierung der Verstärkungsfasern erreicht.

In einer spezifischen Weiterentwicklung des Hybrid-Fasergebildes können die Verstärkungsfasern aus einem PBT oder PBT-Blend sein und die Matrix-Fasern des Hybrid-Fasergebildes aus dem genannten reaktiven PBT-Ausgangsmaterial. Da das (polymerisierte) PBT bzw. PBT-Blend einen höheren Schmelzpunkt aufweist als das entsprechende reaktive PBT-Ausgangsmaterial, werden die Verstärkungsfasern, beim Überführen der Matrix-Fasern in eine Kunststoffmatrix unter Polymerisation nicht aufgeschmolzen.

#### **Herstellung von faserverstärkten Formteilen mittels Formwerkzeug**

Ein weiteres Verfahren zur Verarbeitung von PBT-Matrixsystemen betrifft die Herstellung von faserverstärkten Formkörpern mittels Formwerkzeugen, nachfolgend Formpressverfahren genannt. Das Formwerkzeug beinhaltet wenigstens zwei Werkzeugteile, welche unter Ausbildung einer die Aussenkontur des Formkörpers wiedergebenden Kavität zu einem geschlossenen Formwerkzeug zusammenführbar sind.

In einer ersten Ausführung des genannten Verfahrens wird die Kavität des geöffneten Formwerkzeugs mit Fasergebilden sowie mit einem die Kunststoffmatrix bildenden, reaktiven Ausgangsmaterial in Pulverform beschickt, wobei die eingebrachte Pulvermenge auf die Grösse des herzustellenden Formteils abgestimmt ist, so dass im nachfolgenden Formgebungsprozess möglichst kein oder überhaupt kein Überschuss an Matrixmaterial entsteht. Das Formwerkzeug wird geschlossen, wobei unter Anwendung von Wärme und/oder Druck das pulverförmige, reaktive Ausgangsmaterial aufgeschmolzen wird und in die Fasergebilde eindringt und diese imprägniert. Gleichzeitig wird die Polymerisation der Kunststoffmatrix in Gang gesetzt und der Konsolidierungsprozess eingeleitet. Das Formteil wird praktisch vollständig polymerisiert und verfestigt. Es entsteht ein faserverstärktes Formteil aus einem PBT, welches bei Erreichen seiner Formstabilität entformt und gegebenenfalls noch getempert werden kann. Anstelle von PBT können auch weitere Polyester, wie PET oder ein PBT-Blend bzw. deren Ausgangsmaterialien verarbeitet werden.

In spezifischer Ausführung des besagten Verfahrens wird das Formwerkzeug zwecks Einleiten des Formgebungsprozesses mehrstufig, insbesondere zweistufig geschlossen. Dadurch kann der Schliessdruck stufenweise abgebaut werden, so dass fortlaufend auf-

geschmolzenes Pulvermaterial kontinuierlich in die Fasergebilde eindringen kann, ohne dass die Fasergebilde beim Schliessen des Formwerkzeugs unter Maximaldruck aus ihrer vorgesehenen Position verschoben oder deformiert werden. Ferner erlaubt das mehrstufige Schliessen des Formwerkzeugs das Abführen von gegebenenfalls überschüssigem Matrixmaterial aus der Kavität.

In einer weiteren Ausführung des besagten Verfahrens kann das reaktive PBT-Ausgangsmaterial auch in Flüssigform in die Kavität des geöffneten Formwerkzeug gegeben werden.

Das vorliegende Verfahren weist den Vorteil auf, dass auf das Einspeisen bzw. Injizieren des Matrixmaterials in Flüssigform in einem separaten Verfahrensschritt durch eine separate Vorrichtung verzichtet werden kann und daher mit einer technisch einfacheren Einrichtung kostengünstiger produziert werden kann.

#### **Herstellung von Kunststoffartikeln mit permanentem Schaumstoffkern**

Ein weiterer Aspekt ist die Herstellung von faserverstärkten Kunststoffartikeln mit einem Schaumstoffkern aus einem Polyester, wie PET, PBT oder PBT-Blend mittels eines Formwerkzeugs. Hierzu werden ein oder mehrere separate Schaumstoffkerne mit Verstärkungsfasern umhüllt und in das Formwerkzeug gelegt.

In einer ersten Ausführungsvariante wird ein reaktives Ausgangsmaterial, insbesondere PBT-Ausgangsmaterial, unter Anwendung des oben beschriebenen Formpressverfahrens in seinen diversen möglichen Ausführungsvarianten, z.B. in Flüssig- oder Pulverform in das geöffnete Formwerkzeug eingespeist.

In einer zweiten Ausführungsvariante wird ein reaktives Ausgangsmaterial, insbesondere PBT-Ausgangsmaterial, in Flüssigform in einem bekannten LCM-Prozess in das Formwerkzeug injiziert.

Die polymerisierende PBT-Kunststoffmatrix geht hierbei eine innige Verbindung sowohl mit den Verstärkungsfasern als auch mit dem, zweckmäßig sortengleichen Schaumstoffkern ein.

#### **Vorbeschichtung des Formwerkzeugs**

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft die Vorbehandlung der Kavität eines Formwerkzeuges in einem LCM- oder Formpress-Verfahren. Die Kavität wird mit einem reak-

tiven Ausgangsmaterial beschichtet, wobei dieses im eigentlichen Formgebungsprozess polymerisiert unter Ausbildung der Oberfläche des Kunststoffartikels zu einem Polyester, PET und insbesondere zu einem PBT oder PBT-Blend polymerisiert.

Die Beschichtung kann in Pulverform auf die, vorzugsweise vorgewärmte Kavitätwand des Formwerkzeugs aufgebracht werden, wobei die Pulverbeschichtung in einem Sin- terprozess zu einem dünnen Film aufgeschmolzen wird. Die Beschichtung kann auch in flüssiger Form aufgebracht, z.B. aufgesprührt oder aufgepinselt werden. Ferner kann die Beschichtung auch als fester Film aufgebracht werden. Der Film kann unter Erweichen oder Anschmelzen (bsp. durch Erwärmen) an die Kontur der Kavitätwand angelegt werden. Ferner kann der Film auch mittels Druck bzw. Vakuum oder allgemein mittels me- chanischen Mitteln auf die Kavitätwand aufgebracht werden.

Es ist auch denkbar, anstelle des reaktiven Ausgangsmaterials, ein (polymerisiertes) Polyester wie PET und insbesondere ein PBT oder PBT-Blend gemäss einer der oben genannten Art und Weise auf die Wand der Werkzeugkavität aufzubringen.

Die Beschichtung in polymerisierter Form besteht vorzugsweise aus derselben oder ei- ner ähnlichen Kunststoffzusammensetzung wie die Kunststoffmatrix des fertigen Form- teils. Die Beschichtung kann beispielsweise grösser 10 µm, vorzugsweise grösser 100 µm, insbesondere grösser 500 µm, und kleiner 5 mm, vorzugsweise kleiner 3 mm, ins- besondere kleiner 2 mm sein.

Vor dem Aufbringen der genannten Beschichtung kann die Werkzeugform überdies mit einem geeigneten Trennfilm beschichtet werden, welches die Entformung des gehärte- ten Kunststoffartikels erleichtert.

Ziel der genannten Beschichtung mit einem Kunststoff ist es, einen faserverstärkten Kunststoffartikel mit einer Oberfläche von hoher Güte herzustellen. Die hohe Oberflä- chengüte röhrt unter anderem daher, dass die Beschichtung keine Verstärkungsfasern enthält.

Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft und mit Bezug auf die beiliegenden Zeich- nungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: eine Vorrichtung zur Ausführung eines Deckfolienverfahrens;
- Fig. 2: eine Vorrichtung zur Herstellung eines Mehrschichtverbundes;
- Fig. 3: eine Lochplatte einer Schaumstoffextrusions-Vorrichtung;
- Fig. 4: einen Querschnitt eines Sandwich-Elements.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Herstellung von faserverstärktem Plattenmaterial aus einem Polyester. Ein kontinuierlich zugeführtes bahnförmiges Fasergebilde 1 wird mittels einer Pulverbeschichtungseinrichtung 3 mit einem reaktiven Ausgangsmaterial in Pulverform 2 beschichtet. Das auf das Fasergebilde aufgebrachte Pulver kann zwecks Verbesserung der Hafteigenschaften erwärmt werden. Alternativ dazu kann das Fasergebilde vorgewärmt und mit dem Pulver beschichtet werden. Nachfolgend werden beidseitig kontinuierlich Deckschichten in Form von Polyesterfolien 4a, 4b zugeführt und auf die freien Oberflächen der beschichteten Fasergebilde aufgebracht. In einer Durchlaufpresse 5 wird das reaktive Ausgangsmaterial unter Ausbildung einer Kunststoffmatrix und unter inniger Verbindung mit den Deckschichten polymerisiert. Das verfestigte Plattenmaterial wird nach Verlassen der Durchlaufpresse 5 auf Rollenförderer 8 einer Schneid- oder Sägevorrichtung 6 zugeführt und zu einzelnen Platten 7 abgelängt.

Fig. 2 zeigt die Herstellung eines Sandwichverbundes, wobei durch die Öffnungen 19 einer Lochplatte 18 (Fig. 3) einer Extrusionsvorrichtung 1 strangförmiges mit einem Treibmittel versehenes Polyester 21a, 21b extrudiert wird. Die extrudierten Stränge 21a, 21b expandieren nach Austritt aus der Lochplatte 18 und verkleben gegenseitig zu einem plattenförmigen Schaumstoffkörper 22. Der noch weiche Schaumstoffkörper 22 wird in einer Richtvorrichtung 23 in die gewünschten Dicken- und Breitenmasse gebracht. Nachfolgend werden bahnförmige, mit einem reaktiven Ausgangsmaterial imprägnierte oder beschichtete Fasergebilde 24a, 24b zugeführt und auf die freien Oberflächen des Schaumstoffkörpers 22 aufgebracht. Der Schichtverbund wird anschliessend in einer Press- oder Walzvorrichtung 25 unter Polymerisation des reaktiven Ausgangsmaterials zu einer Kunststoffmatrix und unter inniger Verbindung derselbigen mit der Oberfläche des Schaumstoffkörpers 22 zu einem Sandwichverbund verpresst. Der Sandwichverbund wird anschliessend an einer Schneid- oder Sägeeinrichtung (nicht gezeigt) zu einzelnen Sandwichplatten 10 abgelängt. Die genannte Sandwichplatte 10 (Fig. 4) besteht aus einem Polyester-Schaumstoffkern 12 sowie zwei beidseitig angeordneten Deckschichten 11, 13 aus einem faserverstärktem PBT-Kunststoff.

**Ansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Plattenmaterials aus einer mit einer thermoplastischen Kunststoffmatrix imprägnierten Faserbahn, enthaltend wenigstens ein flächiges Fasergebilde,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das oder die Fasergebilde mit einem reaktiven Ausgangsmaterial, enthaltend zyklische oder makrozyklische Oligomere des Polyesters, imprägniert oder beschichtet werden und die Faserbahn enthaltend ein oder mehrere zusammengeführte, imprägnierte oder beschichtete Fasergebilde, ein- oder beidseitig mit einer Deckschicht, enthaltend ein polymerisiertes Polyester, beschichtet wird und die mit der Deckschicht beschichtete Faserbahn in einer Presseinrichtung zu einem Plattenmaterial verpresst wird, wobei das reaktive Ausgangsmaterial in eine die Fasergebilde umgebende und sich mit der Deckschicht dauerhaft verbindende Kunststoffmatrix polymerisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das reaktive Ausgangsmaterial zyklische Oligomere des PBT (CPBT) vermischt mit einem Polymerisationskatalysator enthält.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Deckschicht ein PET, PBT oder eine PBT-Kunststofflegierung enthält oder daraus besteht.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Deckschicht in Form einer reinen Kunststoff-Folie auf die Faserbahn aufgebracht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Deckschicht in fester, teilfester oder flüssiger Form auf die Faserbahn extrudiert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Deckschicht als faserverstärktes bahnförmiges Kunststoffmaterial mit einer äusseren, frei liegenden und faserfreien Kunststoffschicht aus einem Polyester, vorzugsweise einem PET, PBT oder einem PBT-Blend, auf die Faserbahn aufgebracht wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Plattenmaterial unter Zufuhr von bahnförmigen Fasergebildern kontinuierlich und inline hergestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das oder die Fasergebilde der Faserbahn inline mit dem reaktiven Ausgangsmaterial imprägniert oder beschichtet werden oder bereits vorimprägniert oder vorbeschichtet der Anlage zugeführt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das oder die mit dem reaktiven Ausgangsmaterial imprägnierten oder beschichteten Fasergebilde kontinuierlich und bahnförmig zugeführt und zu einer Faserbahn zusammengeführt, und die Faserbahn inline ein- oder beidseitig mit einer Deckschicht, vorzugsweise in Form einer Folie oder eines extrudierten Films, beschichtet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die ein- oder beidseitig mit einer Deckschicht beschichtete Faserbahn inline in einer Durchlaufpresse zu einem Plattenmaterial verpresst wird.
11. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffartikels, enthaltend ein in eine Kunststoffmatrix aus einem Polyester eingebettetes Fasergebilde, wobei die Kavität eines Formwerkzeugs wenigstens mit einem Fasergebilde und einem reaktiven Ausgangsmaterial, enthaltend zyklische oder makrozyklische Oligomere des Polyesters vermischt mit einem Polymerisationskatalysator, beschickt und das Formwerkzeug geschlossen wird und unter Anwendung von Druck und/oder Wärme das reaktive Ausgangsmaterial zu einer thermoplastischen Kunststoffmatrix polymerisiert wird,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Wand der Werkzeugkavität mit einem Film aus einem reaktiven Ausgangsstoff enthaltend zyklische oder makrozyklische Oligomere des Polyesters oder einem polymerisierten Polyester, wie PET, PBT oder einem PBT-Blend, beschichtet wird.
12. Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtverbundes, enthaltend wenigstens eine Schicht aus einem Schaumstoff und eine mit dieser verbundenen Deckschicht aus einem faserverstärkten Plattenmaterial,  
dadurch gekennzeichnet, dass

sowohl der Schaumstoff als auch das Plattenmaterial eine Kunststoffmatrix aus einem Polyester enthalten und zur Herstellung des Mehrschichtverbundes eine mit einem reaktiven Ausgangsmaterial, enthaltend zyklische oder makrozyklische Oligomere des Polyesters vermengt mit einem Polymerisationskatalysator, imprägnierte oder beschichtete ein- oder mehrlagige Faserbahn mit einer Schaumstoffschicht aus einem polymerisierten Polyester zu einem Laminat verbunden wird, und das reaktive Ausgangsmaterial unter Ausbildung der Kunststoffmatrix des Plattenmaterials und unter inniger Verbindung mit der Schaumstoffschicht zu einem Polyester polymerisiert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei mittels eines Extruders ein mit einem Treibmittel beladenes Ausgangsmaterial auf die imprägnierte oder beschichtete Faserbahn extrudiert wird und unter Druckentlastung zu einer Schaumstoffschicht expandiert, welche mit der imprägnierten oder beschichteten Faserbahn zusammengeführt wird und sich mit dieser verbindet.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Ausgangsmaterial durch eine Lochplatte in Form von einzelnen Strängen extrudiert werden, welche bei Austritt zu einem Schaumstoff expandieren und gegenseitig zu einer Schaumstoffschicht verkleben.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Schaumstoffschicht beidseitig mit einem Plattenmaterial beschichtet wird.
16. Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtverbundes, enthaltend wenigstens eine Schicht aus einem Schaumstoff und eine mit dieser verbundene Deckschicht aus einem faserverstärkten Plattenmaterial,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sowohl der Schaumstoff als auch das Plattenmaterial eine Kunststoffmatrix aus einem Polyester enthalten und zur Herstellung des Mehrschichtverbundes ein mit einem Treibmittel beladenes Ausgangsmaterial auf das Plattenmaterial extrudiert wird, welches unter Druckentlastung zu einer Schaumstoffschicht expandiert und mit dem Plattenmaterial zu einem Mehrschichtverbund zusammengeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Ausgangsmaterial durch eine Lochplatte in Form von einzelnen Strängen extrudiert wird, welche bei Austritt zu einem Schaumstoff expandieren und gegenseitig zu einer Schaumstoffsicht verkleben.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 17, wobei die Schaumstoffsicht beidseitig mit einem Plattenmaterial beschichtet wird.
19. Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Kunststoffartikels,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sowohl die Verstärkungsfasern des Fasergebildes als auch die Kunststoffmatrix aus einem Polyester bestehen, wobei die Polyester-Fasern mit gerichteter Kristallinität zu einem Fasergebilde verarbeitet werden und das Fasergebilde zu einem eine Kunststoffmatrix ausbildenden, faserverstärkten Kunststoffartikel verarbeitet wird, indem die Oberflächen der Fasern aufgeschmolzen und unter Ausbildung einer den nicht-aufgeschmolzenen Teil der Fasern umgebenden isotropen Kunststoffmatrix verfestigt werden.
20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der Kunststoffartikel in einem Heisspressverfahren hergestellt wird.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 / 2

Fig. 1

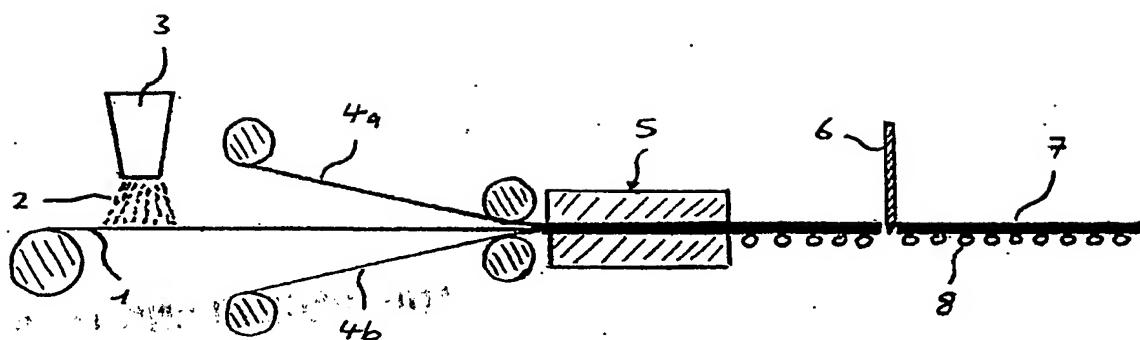
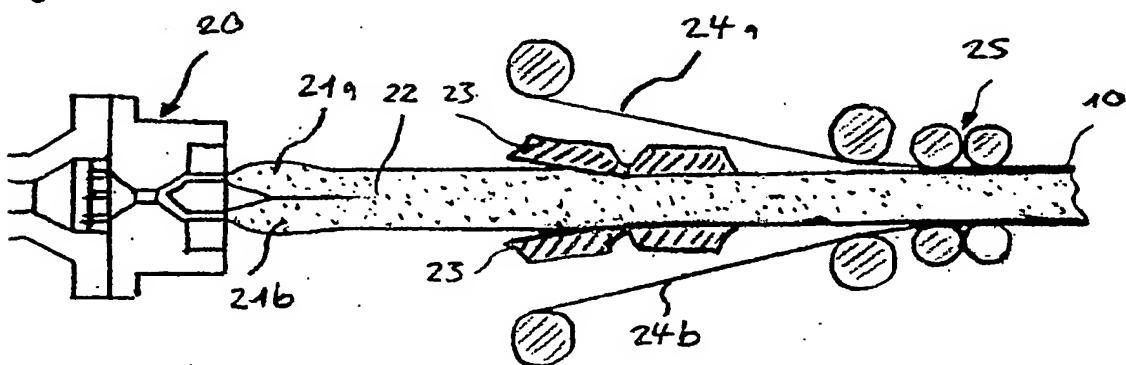


Fig. 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2 / 2

Fig. 3

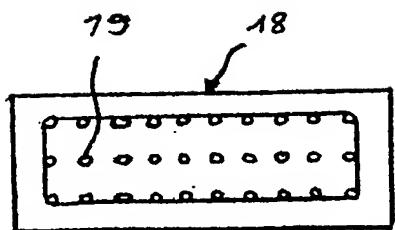
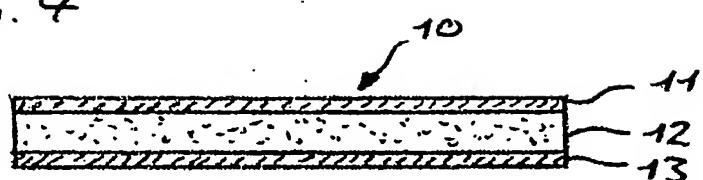


Fig. 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001743

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B29C70/02 B29C70/04 B29C70/68 B29C37/00 B29C44/32  
 B29C67/24  
 //B29K67:00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C08J B29C B32B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 420 047 B2 (WINCKLER STEVEN J ET AL) 16 July 2002 (2002-07-16) column 16, line 39 - column 18, line 3; figures 4,10,14 paragraphs '0180!, '0181! -----	1-12,14
Y	DATABASE WPI Section Ch, Week 200262 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A32, AN 2002-577718 XP002293403 & JP 2002 105223 A (TOHO RAYON KK) 10 April 2002 (2002-04-10) abstract -----	1-10
Y	US 4 469 543 A (TESTA ANTHONY ET AL) 4 September 1984 (1984-09-04) claims 10-14 ----- -/-	1-10

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

4 May 2005

17/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Nieuwenhuize, O

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/001743

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 41 12 532 A (BAYER AG) 22 October 1992 (1992-10-22)	1-10
A	column 1, line 60 - column 2, line 39; claims 5-8	11
Y	EP 0 653 290 A (GEN ELECTRIC) 17 May 1995 (1995-05-17) page 4, line 57 - page 6, line 18; claims 9-11	1-10
Y	EP 0 273 145 A (GEN ELECTRIC) 6 July 1988 (1988-07-06) column 3, line 1 - column 4, line 53; figures 1-4	1-10
A	GB 2 147 850 A (SECR DEFENCE) 22 May 1985 (1985-05-22) page 1	1
A	US 3 765 998 A (PREVORSEK D ET AL) 16 October 1973 (1973-10-16) claim 1	3
Y	EP 0 412 346 A (GEN ELECTRIC) 13 February 1991 (1991-02-13) claim 14	11
P,X	WO 2004/060640 A (DION ROBERT P ; DOW GLOBAL TECHNOLOGIES INC (US); BANK DAVID H (US); K) 22 July 2004 (2004-07-22) page 16, line 17 - line 20; claims 1,10	11
A	EP 0 589 640 A (GEN ELECTRIC) 30 March 1994 (1994-03-30) claim 9	11
A	US 5 389 319 A (HAYASHI MOTOSHIGE ET AL) 14 February 1995 (1995-02-14) example 6	16
Y	EP 0 663 420 A (GEN ELECTRIC) 19 July 1995 (1995-07-19) claim 1	12,14
X	NL 6 915 186 A (AKU N.V.) 26 October 1970 (1970-10-26)	16,18
A	page 4, line 22 - line 29; figures 3,4	12,14
A	EP 0 383 409 A (SCHREINER LUCHTVAART) 22 August 1990 (1990-08-22) claims 1-9	12,16
		-/-

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001743

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WARD I M ET AL: "NOVEL COMPOSITES BY HOT COMPACTION OF FIBERS" POLYMER ENGINEERING & SCIENCE, WILEY & SONS, BOGNOR REGIS, GB, vol. 37, no. 11, 1 November 1997 (1997-11-01), pages 1809-1814, XP000776237 ISSN: 0032-3888 page 1809; figure 4 -----	18,19
A	US 5 866 051 A (LEE SHYN-YANG ET AL) 2 February 1999 (1999-02-02) claims 1,2 -----	12,16
A	US 5 876 534 A (ERHARDT GUENTER) 2 March 1999 (1999-03-02) claim 1 -----	12,16

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/EP2005/001743

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**See supplemental sheet**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/EP2005/001743
----------------------------------------------------

<b>Further information</b>	PCT/ISA/ 210
----------------------------	--------------

Continuation of Box III

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

## 1. Claims: 1-10

A continuous impregnation and coating method and a press-moulding method.

## 2. Claims: 11 and 15

A moulding method for producing a fibre-reinforced plastics article with a moulded coating.

## 3. Claims: 12-18

The production of a foamed composite material.

## 4. Claims: 19 and 20

A method for the production of a fibre-reinforced composite material with a matrix of fused fibres.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001743

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 6420047	B2 06-12-2001	US 6369157 B1 US 2001049430 A1 AT 291602 T DE 60109575 D1 EP 1250374 A1 JP 2003520875 T WO 0153379 A1 US 2003130477 A1 US 2004011992 A1 US 2004225058 A1 US 2004220334 A1 AU 2968901 A		09-04-2002 06-12-2001 15-04-2005 28-04-2005 23-10-2002 08-07-2003 26-07-2001 10-07-2003 22-01-2004 11-11-2004 04-11-2004 31-07-2001
JP 2002105223	A 10-04-2002	NONE		
US 4469543	A 04-09-1984	NONE		
DE 4112532	A 22-10-1992	DE 4112532 A1		22-10-1992
EP 0653290	A 17-05-1995	US 5482667 A EP 0653290 A1 JP 7186166 A		09-01-1996 17-05-1995 25-07-1995
EP 0273145	A 06-07-1988	US 4716072 A DE 3787883 D1 DE 3787883 T2 EP 0273145 A2 JP 63214444 A MX 165697 B		29-12-1987 25-11-1993 11-05-1994 06-07-1988 07-09-1988 01-12-1992
GB 2147850	A 22-05-1985	NONE		
US 3765998	A 16-10-1973	CA 984569 A1 DE 2200594 A1 FR 2121760 A5 GB 1342147 A IT 948805 B JP 55016814 B SE 391300 B		02-03-1976 27-07-1972 25-08-1972 25-12-1973 11-06-1973 07-05-1980 14-02-1977
EP 0412346	A 13-02-1991	US 4983247 A DE 69018894 D1 EP 0412346 A2 JP 1904752 C JP 3099812 A JP 6028868 B'		08-01-1991 01-06-1995 13-02-1991 08-02-1995 25-04-1991 20-04-1994
WO 2004060640	A 22-07-2004	US 2004155380 A1 AU 2003293148 A1 WO 2004060640 A1		12-08-2004 29-07-2004 22-07-2004
EP 0589640	A 30-03-1994	CA 2108424 A1 EP 0589640 A1 JP 6206987 A		15-04-1995 30-03-1994 26-07-1994
US 5389319	A 14-02-1995	JP 3199243 A JP 5047571 B JP 1899176 C		30-08-1991 19-07-1993 23-01-1995

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001743

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date	
US 5389319	A	JP JP JP JP JP US AT AU AU CA DE DE EP ES KR US ZA	3199044 A 6022963 B 2107968 C 4067944 A 8005154 B 5332620 A 121986 T 632394 B2 6854090 A 2033133 A1 69019135 D1 69019135 T2 0437094 A2 2071791 T3 178523 B1 5134028 A 9010414 A	30-08-1991 30-03-1994 06-11-1996 03-03-1992 24-01-1996 26-07-1994 15-05-1995 24-12-1992 11-07-1991 28-06-1991 08-06-1995 30-11-1995 17-07-1991 01-07-1995 15-05-1999 28-07-1992 24-12-1991	
EP 0663420	A	19-07-1995	US EP JP	5348985 A 0663420 A2 7278337 A	
NL 6915186	A	26-10-1970	NONE		
EP 0383409	A	22-08-1990	NL AT CA DE DE DK EP ES JP JP KR US US	8900398 A 105530 T 2010043 A1 69008745 D1 69008745 T2 383409 T3 0383409 A1 2054209 T3 2261637 A 3081940 B2 160121 B1 5186999 A 5192482 A	17-09-1990 15-05-1994 17-08-1990 16-06-1994 25-08-1994 06-06-1994 22-08-1990 01-08-1994 24-10-1990 28-08-2000 18-02-1999 16-02-1993 09-03-1993
US 5866051	A	02-02-1999	DE IT	19818322 A1 T0980309 A1	
US 5876534	A	02-03-1999	AT AT WO AT AU AU CA CZ DE DK EP ES JP PT SI SK	405382 B 164395 A 9712756 A1 194942 T 718121 B2 7120496 A 2206872 A1 9701695 A3 59605648 D1 794859 T3 0794859 A1 2149496 T3 10510494 T 794859 T 794859 T1 70397 A3	26-07-1999 15-12-1998 10-04-1997 15-08-2000 06-04-2000 28-04-1997 10-04-1997 17-09-1997 31-08-2000 02-10-2000 17-09-1997 01-11-2000 13-10-1998 30-11-2000 31-10-2000 08-10-1997

THIS PAGE BLANK (USPTO)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001743

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B29C70/02 B29C70/04 B29C70/68 B29C37/00 B29C44/32  
 B29C67/24  
 //B29K67:00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiert Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C08J B29C B32B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 420 047 B2 (WINCKLER STEVEN J ET AL) 16. Juli 2002 (2002-07-16) Spalte 16, Zeile 39 – Spalte 18, Zeile 3; Abbildungen 4,10,14 Absätze '0180!, '0181!	1-12,14
Y	DATABASE WPI Section Ch, Week 200262 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A32, AN 2002-577718 XP002293403 & JP 2002 105223 A (TOHO RAYON KK) 10. April 2002 (2002-04-10) Zusammenfassung	1-10
Y	US 4 469 543 A (TESTA ANTHONY ET AL) 4. September 1984 (1984-09-04) Ansprüche 10-14	1-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. Mai 2005	17/05/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Van Nieuwenhuize, O

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001743

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 41 12 532 A (BAYER AG) 22. Oktober 1992 (1992-10-22)	1-10
A	Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 39; Ansprüche 5-8 -----	11
Y	EP 0 653 290 A (GEN ELECTRIC) 17. Mai 1995 (1995-05-17) Seite 4, Zeile 57 - Seite 6, Zeile 18; Ansprüche 9-11 -----	1-10
Y	EP 0 273 145 A (GEN ELECTRIC) 6. Juli 1988 (1988-07-06) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 53; Abbildungen 1-4 -----	1-10
A	GB 2 147 850 A (SECR DEFENCE) 22. Mai 1985 (1985-05-22) Seite 1 -----	1
A	US 3 765 998 A (PREVORSEK D ET AL) 16. Oktober 1973 (1973-10-16) Anspruch 1 -----	3
Y	EP 0 412 346 A (GEN ELECTRIC) 13. Februar 1991 (1991-02-13) Anspruch 14 -----	11
P,X	WO 2004/060640 A (DION ROBERT P ; DOW GLOBAL TECHNOLOGIES INC (US); BANK DAVID H (US); K) 22. Juli 2004 (2004-07-22) Seite 16, Zeile 17 - Zeile 20; Ansprüche 1,10 -----	11
A	EP 0 589 640 A (GEN ELECTRIC) 30. März 1994 (1994-03-30) Anspruch 9 -----	11
A	US 5 389 319 A (HAYASHI MOTOSHIGE ET AL) 14. Februar 1995 (1995-02-14) Beispiel 6 -----	16
Y	EP 0 663 420 A (GEN ELECTRIC) 19. Juli 1995 (1995-07-19) Anspruch 1 -----	12,14
X	NL 6 915 186 A (AKU N.V.) 26. Oktober 1970 (1970-10-26)	16,18
A	Seite 4, Zeile 22 - Zeile 29; Abbildungen 3,4 -----	12,14
A	EP 0 383 409 A (SCHREINER LUCHTVAART) 22. August 1990 (1990-08-22) Ansprüche 1-9 -----	12,16
		-/-

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001743

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WARD I M ET AL: "NOVEL COMPOSITES BY HOT COMPACTION OF FIBERS" POLYMER ENGINEERING & SCIENCE, WILEY & SONS, BOGNOR REGIS, GB, Bd. 37, Nr. 11, 1. November 1997 (1997-11-01), Seiten 1809-1814, XP000776237 ISSN: 0032-3888 Seite 1809; Abbildung 4	18,19
A	US 5 866 051 A (LEE SHYN-YANG ET AL) 2. Februar 1999 (1999-02-02) Ansprüche 1,2	12,16
A	US 5 876 534 A (ERHARDT GUENTER) 2. März 1999 (1999-03-02) Anspruch 1	12,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.  
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/ 210
	Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:
1. Ansprüche: 1-10	Kontinuierliches Impregnierungs- und Beschichtungsverfahren und Pressverfahren ---
2. Ansprüche: 11,15	Formverfahren zur Herstellung eines Faserverstärkten Kunststoffartikels mit einer Formbeschichtung ---
3. Ansprüche: 12-18	Schaumstoffverbundherstellung ---
4. Ansprüche: 19,20	Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Verbundwerkstoff mit Matrix aus aufgeschmolzenen Fasern ---

## INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001743

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6420047	B2	06-12-2001	US US AT DE EP JP WO US US US US	6369157 B1 2001049430 A1 291602 T 60109575 D1 1250374 A1 2003520875 T 0153379 A1 2003130477 A1 2004011992 A1 2004225058 A1 2004220334 A1 2968901 A		09-04-2002 06-12-2001 15-04-2005 28-04-2005 23-10-2002 08-07-2003 26-07-2001 10-07-2003 22-01-2004 11-11-2004 04-11-2004 31-07-2001
JP 2002105223	A	10-04-2002		KEINE		
US 4469543	A	04-09-1984		KEINE		
DE 4112532	A	22-10-1992	DE	4112532 A1		22-10-1992
EP 0653290	A	17-05-1995	US EP JP	5482667 A 0653290 A1 7186166 A		09-01-1996 17-05-1995 25-07-1995
EP 0273145	A	06-07-1988	US DE DE EP JP MX	4716072 A 3787883 D1 3787883 T2 0273145 A2 63214444 A 165697 B		29-12-1987 25-11-1993 11-05-1994 06-07-1988 07-09-1988 01-12-1992
GB 2147850	A	22-05-1985		KEINE		
US 3765998	A	16-10-1973	CA DE FR GB IT JP SE	984569 A1 2200594 A1 2121760 A5 1342147 A 948805 B 55016814 B 391300 B		02-03-1976 27-07-1972 25-08-1972 25-12-1973 11-06-1973 07-05-1980 14-02-1977
EP 0412346	A	13-02-1991	US DE EP JP JP JP	4983247 A 69018894 D1 0412346 A2 1904752 C 3099812 A 6028868 B		08-01-1991 01-06-1995 13-02-1991 08-02-1995 25-04-1991 20-04-1994
WO 2004060640	A	22-07-2004	US AU WO	2004155380 A1 2003293148 A1 2004060640 A1		12-08-2004 29-07-2004 22-07-2004
EP 0589640	A	30-03-1994	CA EP JP	2108424 A1 0589640 A1 6206987 A		15-04-1995 30-03-1994 26-07-1994
US 5389319	A	14-02-1995	JP JP JP	3199243 A 5047571 B 1899176 C		30-08-1991 19-07-1993 23-01-1995

## INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001743

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5389319	A		JP 3199044 A JP 6022963 B JP 2107968 C JP 4067944 A JP 8005154 B US 5332620 A AT 121986 T AU 632394 B2 AU 6854090 A CA 2033133 A1 DE 69019135 D1 DE 69019135 T2 EP 0437094 A2 ES 2071791 T3 KR 178523 B1 US 5134028 A ZA 9010414 A	30-08-1991 30-03-1994 06-11-1996 03-03-1992 24-01-1996 26-07-1994 15-05-1995 24-12-1992 11-07-1991 28-06-1991 08-06-1995 30-11-1995 17-07-1991 01-07-1995 15-05-1999 28-07-1992 24-12-1991
EP 0663420	A	19-07-1995	US 5348985 A EP 0663420 A2 JP 7278337 A	20-09-1994 19-07-1995 24-10-1995
NL 6915186	A	26-10-1970	KEINE	
EP 0383409	A	22-08-1990	NL 8900398 A AT 105530 T CA 2010043 A1 DE 69008745 D1 DE 69008745 T2 DK 383409 T3 EP 0383409 A1 ES 2054209 T3 JP 2261637 A JP 3081940 B2 KR 160121 B1 US 5186999 A US 5192482 A	17-09-1990 15-05-1994 17-08-1990 16-06-1994 25-08-1994 06-06-1994 22-08-1990 01-08-1994 24-10-1990 28-08-2000 18-02-1999 16-02-1993 09-03-1993
US 5866051	A	02-02-1999	DE 19818322 A1 IT T0980309 A1	19-11-1998 11-10-1999
US 5876534	A	02-03-1999	AT 405382 B AT 164395 A WO 9712756 A1 AT 194942 T AU 718121 B2 AU 7120496 A CA 2206872 A1 CZ 9701695 A3 DE 59605648 D1 DK 794859 T3 EP 0794859 A1 ES 2149496 T3 JP 10510494 T PT 794859 T SI 794859 T1 SK 70397 A3	26-07-1999 15-12-1998 10-04-1997 15-08-2000 06-04-2000 28-04-1997 10-04-1997 17-09-1997 31-08-2000 02-10-2000 17-09-1997 01-11-2000 13-10-1998 30-11-2000 31-10-2000 08-10-1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**